

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09180207 A**

(43) Date of publication of application: **11.07.97**

(51) Int. Cl.

**G11B 7/09**

(21) Application number: **08014434**

(22) Date of filing: **30.01.96**

(30) Priority: **09.05.95 JP 07109864**  
**26.10.95 JP 07279305**

(71) Applicant: **RICOH CO LTD**

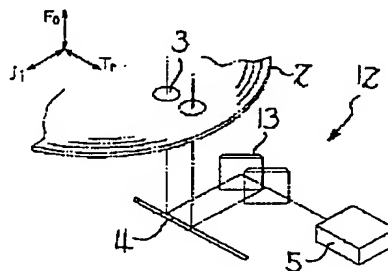
(72) Inventor: **ONO TAKEHIDE**

**(54) OPTICAL HEAD DEVICE**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make a luminous flux have no deviation of the optical axis even when an objective lens opposed to an optical disk is moved for tracking.

**SOLUTION:** A luminous flux made to exit from a fixed optical system 5 in the direction of a tracking is deflected in the direction orthogonal to focusing and tracking directions by a movable deflection means 13 and this light flux is deflected in the focusing direction by a fixed deflection means 4 and is made incident on an optical disk 2 through an objective lens 3. Then, no optical axis deviation of the luminous flux is made to generate due to the tracking movement of the objective lens 3 by moving the movable deflection means 13 integrally with the objective lens 3 by a movement linking mechanism.



**COPYRIGHT:** (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-180207

(43) 公開日 平成9年(1997)7月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 7/09

識別記号

庁内整理番号

9646-5D

F I

G 1 1 B 7/09

技術表示箇所

A

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平8-14434

(22) 出願日 平成8年(1996)1月30日

(31) 優先権主張番号 特願平7-109864

(32) 優先日 平7(1995)5月9日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平7-279305

(32) 優先日 平7(1995)10月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 大野 武英

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

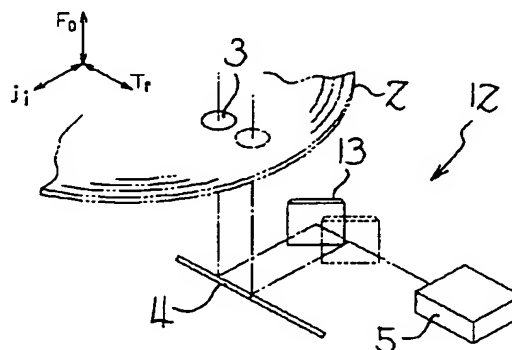
(74) 代理人 弁理士 柏木 明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光学ヘッド装置

(57) 【要約】

【課題】 光ディスクに対向する対物レンズをトラッキング移動させても光束に光軸ズレが発生しないようにする。

【解決手段】 固定光学系5からトラッキング方向に出射される光束を、可動偏向手段13によりフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向し、この光束を固定偏向手段4によりフォーカシング方向に偏向し、対物レンズ3を介して光ディスク2に入射させる。この時、移動連動機構により可動偏向手段13を対物レンズ3と一体に移動させることにより、対物レンズ3のトラッキング移動による光束の光軸ズレを発生させないようにした。





を設けたことを特徴とする光学ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対物レンズをトラッキング方向に位置制御する光学ヘッド装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスクプレーヤーは、回転駆動する光ディスクの記録情報を光学的に読み取る。この時、光ディスクの記録情報を良好に読み取るため、光学ヘッド装置により対物レンズをトラッキング方向に位置制御する。

【0003】このような光学ヘッド装置1の一従来例を図30に基づいて以下に説明する。なお、図中では、フォーカシング方向をFo、トラッキング方向をTr、として表示する。さらに、以下ではフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向を便宜的にジッタ方向と呼称し、図中ではJiとして表示する。

【0004】光ディスク2にフォーカシング方向から対向する位置には、ヘッド本体（図示せず）に対してトラッキング方向に移動自在に支持された対物レンズ3と、前記ヘッド本体に固定された固定偏向手段である固定ミラー4とが、順番に配置されている。この固定ミラー4にジッタ方向から対向する位置には、前記ヘッド本体に固定された固定光学系5が配置されているので、この固定光学系5と前記固定ミラー4とは相対的に位置不動に配置されている。

【0005】前記固定光学系5は、発光素子である半導体レーザ6を有しており、この半導体レーザ6の光軸上に、コリメータレンズ7、偏光ビームスプリッタ8、四分の一波長板9、が順番に配置されている。この四分の一波長板9が固定ミラー4に対向しており、偏光ビームスプリッタ8の反射光路には、結像レンズ10と受光素子11とが順番に配置されている。

【0006】このような構造の光学ヘッド装置1は、半導体レーザ6から出射される光束を固定ミラー4によりフォーカシング方向に偏向し、対物レンズ3により収束して光ディスク2のトラックに入射させる。この光ディスク2によりフォーカシング方向に反射された光束を対物レンズ3により収束し、固定ミラー4により偏向する。この光束を偏光ビームスプリッタ8により偏向し、受光素子11により読み取ってトラッキングエラーを検出する。この検出されたトラッキングエラーに対応して対物レンズ3をトラッキング方向に位置制御することにより、光ディスク2に照射される光束の位置がトラック上に調整される。このため、光ディスク2に情報を記録する場合は、この情報をトラックに良好に記録することができ、光ディスク2の情報を再生する場合は、そのトラックから情報を良好に再生することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述のような光学ヘッ

ド装置1では、対物レンズ3をトラッキング方向に位置制御することにより、光ディスク2のトラックの記録情報を固定光学系5により読み取ることができる。

【0008】しかし、固定光学系5を固定したまま対物レンズ3のみをトラッキング方向に移動させると、固定光学系5から対物レンズ3に入射する光束の光軸が変位する光軸ズレが発生する。光学ヘッド装置1がトラッキングエラーをプッシュプル方式で検出する場合、光軸ズレは検出信号のDC(Direct Current)オフセットとなり、トラッキング制御の精度を低下させる。

【0009】また、図31に示すように、レーザ光の強度は中央ほど強く周辺ほど弱いので、光軸ズレが発生すると対物レンズ3から光ディスク2に照射される光束の強度が低下する。このため、光ディスク2に情報を記録する場合は、そのトラックに情報を安定に記録することができず、光ディスク2の情報を再生する場合は、そのトラックから情報を正確に再生することができない。しかも、これらの課題はトラッキングエラーの検出方式に関係なく発生する。

【0010】このような課題を解決した光学ヘッド装置が、特開平4-14628号公報に開示されている。この光学ヘッド装置では、固定光学系がフォーカシング方向に出射する光束を第一ミラーによりジッタ方向に偏向し、この光束を第二ミラーによりフォーカシング方向に偏向して対物レンズに入射させる。この対物レンズと第一ミラーと第二ミラーとが一体に回転自在に支持されており、この回転中心に第一ミラーと固定光学系との光軸中心が一致しているので、対物レンズはトラッキング方向と略平行に移動する。

【0011】この光学ヘッド装置では、第一ミラーと第二ミラーと対物レンズとが一体に回転するので、第二ミラーから対物レンズに入射する光束に光軸ズレが発生することがない。しかし、これではフォーカシング方向に第一ミラーや固定光学系を配列することになるので、光学ヘッド装置を光ディスクに垂直な方向に小型化することが困難である。

【0012】また、ミラー・レンズ並進方式の光学ヘッド装置も、対物レンズと反射ミラーとを一体に移動させるので光軸ズレが発生しない。しかし、これは対物レンズをスプリングにより反射ミラーに対してフォーカシング方向に変位自在に支持するので、トラッキングの動作時に対物レンズが共振しやすい。また、これは構造的にトラッキングを対物レンズの回転により実行する光学ヘッド装置には適用できない。

【0013】例えば、ミラー・レンズ並進方式の光学ヘッド装置において、対物レンズと共に反射ミラーを回転させることも想定できるが、これでは対物レンズに入射する光束の光軸も傾斜して集光性能が低下するため、光ディスクに照射されるスポットが劣化する。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、光ディスクに対向する対物レンズをトラッキング方向と平行に移動自在に支持し、固定光学系の出射光を前記対物レンズにより収束して光ディスクに入射させ、この光ディスクの反射光を前記対物レンズを介して前記固定光学系に入射させ、この固定光学系が検出するトラッキングエラーに対応して前記対物レンズをトラッキング方向に位置制御する光学ヘッド装置において、前記固定光学系からトラッキング方向に入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する可動偏向手段を設け、この可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して前記対物レンズを介して前記光ディスクに入射させる固定偏向手段を設け、前記可動偏向手段を前記対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けた。従って、固定光学系からトラッキング方向に出射される光束が可動偏向手段によりフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向され、この光束が固定偏向手段によりフォーカシング方向に偏向されて対物レンズを介して光ディスクに入射される。この時、移動連動機構により可動偏向手段が対物レンズと一体に移動されるので、対物レンズのトラッキング移動による光束の光軸ズレが発生しない。

【0015】請求項2記載の発明は、光ディスクに対向する対物レンズをトラッキング方向と略平行に移動するよう回動自在に支持し、固定光学系の出射光を前記対物レンズにより収束して光ディスクに入射させ、この光ディスクの反射光を前記対物レンズを介して前記固定光学系に入射させ、この固定光学系が検出するトラッキングエラーに対応して前記対物レンズをトラッキング方向に位置制御する光学ヘッド装置において、前記固定光学系から入射する光束を偶数回だけ偏向する可動偏向手段を設け、この可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して前記対物レンズを介して前記光ディスクに入射させる固定偏向手段を設け、前記可動偏向手段を前記対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けた。従って、固定光学系から出射される光束が可動偏向手段による偶数回だけ偏向され、この光束が固定偏向手段によりフォーカシング方向に偏向されて対物レンズを介して光ディスクに入射される。この時、移動連動機構により可動偏向手段が対物レンズと一体に移動されるので、対物レンズのトラッキング移動による光束の光軸ズレが発生しない。

【0016】請求項3記載の発明は、光ディスクに対向する対物レンズをトラッキング方向と略平行に移動するよう回動自在に支持し、固定光学系の出射光を前記対物レンズにより収束して光ディスクに入射させ、この光ディスクの反射光を前記対物レンズを介して前記固定光学系に入射させ、この固定光学系が検出するトラッキングエラーに対応して前記対物レンズをトラッキング方向に位置制御する光学ヘッド装置において、前記固定光学系

からフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に入射する光束をトラッキング方向に偏向する第一可動偏向手段を設け、この第一可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する第二可動偏向手段を設け、この第二可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して前記対物レンズを介して前記光ディスクに入射させる固定偏向手段を設け、前記第一可動偏向手段と前記第二可動偏向手段とを前記対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けた。従って、固定光学系がフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に出射する光束が第一可動偏向手段によりトラッキング方向に偏向され、この光束が第二可動偏向手段によりフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向され、この光束が固定偏向手段によりフォーカシング方向に偏向されて対物レンズを介して光ディスクに入射される。この時、移動連動機構により対物レンズと一体に移動されるので、対物レンズのトラッキング移動による光束の光軸ズレが発生しない。

【0017】請求項4記載の発明は、光ディスクに対向する対物レンズをトラッキング方向と略平行に移動するよう回動自在に支持し、固定光学系の出射光を前記対物レンズにより収束して光ディスクに入射させ、この光ディスクの反射光を前記対物レンズを介して前記固定光学系に入射させ、この固定光学系が検出するトラッキングエラーに対応して前記対物レンズをトラッキング方向に位置制御する光学ヘッド装置において、前記固定光学系からトラッキング方向に入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する第一可動偏向手段を設け、この第一可動偏向手段から入射する光束をトラッキング方向に偏向する第二可動偏向手段を設け、この第二可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する第一固定偏向手段を設け、この第一固定偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して前記対物レンズを介して前記光ディスクに入射させる第二固定偏向手段を設け、前記第一可動偏向手段と前記第二可動偏向手段とを前記対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けた。従って、固定光学系がトラッキング方向に出射する光束が第一可動偏向手段によりフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向され、この光束が第二可動偏向手段によりトラッキング方向に偏向され、この光束が第一固定偏向手段によりフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向され、この光束が第二固定偏向手段によりフォーカシング方向に偏向されて対物レンズを介して光ディスクに入射される。この時、移動連動機構により対物レンズと一体に移動されるので、対物レンズのトラッキング移動による光束の光軸ズレが発生しない。

【0018】請求項5記載の発明は、光ディスクに対向

する対物レンズをトラッキング方向と略平行に移動するよう回動自在に支持し、固定光学系の出射光を前記対物レンズにより収束して光ディスクに入射させ、この光ディスクの反射光を前記対物レンズを介して前記固定光学系に入射させ、この固定光学系が検出するトラッキングエラーに対応して前記対物レンズをトラッキング方向に位置制御する光学ヘッド装置において、前記固定光学系からフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に入射する光束を平行な偶数の透過面に順次透過させる可動偏向手段を設け、この可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して前記対物レンズを介して前記光ディスクに入射させる固定偏向手段を設け、前記可動偏向手段を前記対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けた。従って、固定光学系がフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に出射する光束が可動偏向手段の平行な偶数の透過面に順次透過され、この光束が固定偏向手段によりフォーカシング方向に偏向されて対物レンズを介して光ディスクに入射される。この時、移動連動機構により可動偏向手段が対物レンズと一体に移動されるので、対物レンズのトラッキング移動による光束の光軸ズレが発生しない。

【0019】請求項6記載の発明は、光ディスクに対向する対物レンズをトラッキング方向と略平行に移動するよう回動自在に支持し、固定光学系の出射光を前記対物レンズにより収束して光ディスクに入射させ、この光ディスクの反射光を前記対物レンズを介して前記固定光学系に入射させ、この固定光学系が検出するトラッキングエラーに対応して前記対物レンズをトラッキング方向に位置制御する光学ヘッド装置において、前記固定光学系からフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に入射する光束をフォーカシング方向に偏向する第一可動偏向手段を設け、この第一可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する固定偏向手段を設け、この固定偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して前記対物レンズを介して前記光ディスクに入射させる第二可動偏向手段を設け、前記第一可動偏向手段と前記第二可動偏向手段とを前記対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けた。従って、固定光学系がフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に出射する光束が第一可動偏向手段によりフォーカシング方向に偏向され、この光束が固定偏向手段によりフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向され、この光束が第二可動偏向手段によりフォーカシング方向に偏向されて対物レンズを介して光ディスクに入射される。この時、移動連動機構により第一可動偏向手段と第二可動偏向手段とが対物レンズと一体に移動されるので、対物レンズのトラッキング移動による光束の光軸ズレが発生しない。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施の第一の形態を図1及び図2に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第一の形態の光学ヘッド装置に関し、一従来例として前述した光学ヘッド装置1と同一の部分は、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0021】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置12では、図1に示すように、光ディスク2にフォーカシング方向から対向する位置に、トラッキング方向に移動自在な対物レンズ3と、固定的に配置された固定偏向手段である固定ミラー4とが、順番に配置されている。この固定ミラー4にジッタ方向から対向する位置には、可動偏向手段である可動ミラー13が配置されており、この可動ミラー13にトラッキング方向から対向する位置に、固定光学系5が配置されている。

【0022】より詳細には、図2に示すように、前記固定ミラー4や前記固定光学系5が固定されたヘッドベース（図示せず）にレンズ支持部14が設けられており、このレンズ支持部14には、レンズホルダ15が四本のスプリングシャフト16により支持されている。これらのスプリングシャフト16は各々が湾曲自在であるため、前記レンズホルダ15は、フォーカシング方向とトラッキング方向とに平行に移動自在である。このレンズホルダ15の上部には前記対物レンズ3が装着されており、前記レンズホルダ15の下部には前記可動ミラー13が一体に形成されているので、ここに前記可動ミラー13を前記対物レンズ3と一体に移動させる移動連動機構17が形成されている。

【0023】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置12では、固定光学系5からトラッキング方向に出射される光束が、可動ミラー13によりジッタ方向に偏向される。この可動ミラー13によりジッタ方向に偏向された光束が、固定ミラー4によりフォーカシング方向に偏向され、対物レンズ3により収束されて光ディスク2のトラックに入射される。

【0024】そして、この光ディスク2によりフォーカシング方向に反射された光束が、対物レンズ3により収束され、固定ミラー4によりジッタ方向に偏向される。この固定ミラー4によりジッタ方向に偏向された光束が、可動ミラー13によりトラッキング方向に偏向され、固定光学系5により読み取られる。

【0025】この固定光学系5の読取結果からトラッキングエラーが検出されるので、このトラッキングエラーに対応してレンズホルダ15がトラッキング方向に位置制御される。このことにより、このレンズホルダ15に装着された対物レンズ3が光ディスク2のトラックに追従するので、このトラックに記録された情報が固定光学系5により読み取られる。

【0026】この時、本実施の形態の光学ヘッド装置12では、上述のように対物レンズ3がトラッキング方向に移動すると、この対物レンズ3の光軸は固定ミラー4



から入射する光束の光軸に対してトラッキング方向に移動することになるが、実際には可動ミラー13が対物レンズ3と一体にトラッキング方向に平行移動するので、可動ミラー13から固定ミラー4に入射する光束も対物レンズ3と同一にトラッキング方向に平行移動することになり、固定光学系5から可動ミラー13と固定ミラー4とを介して対物レンズ3に入射する光軸ズレは発生しない。

【0027】このため、本実施の形態の光学ヘッド装置12では、トラッキングエラーをプッシュプル方式で検出する場合でも、この検出信号にDCオフセットが発生することがないので、トラッキング制御を良好な精度で実行できる。さらに、レーザ光の強度分布に起因して光ディスク2に照射される光束の光量が変動することがなく、固定光学系5が検出する光束の光量も変動しないので、光ディスク2に対する情報の記録や再生を高精度に実行することができる。

【0028】しかも、本実施の形態の光学ヘッド装置12では、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。さらに、対物レンズ3と可動ミラー13とはレンズホルダ15に設けられて一体に移動するので、対物レンズ3が可動ミラー13に対して共振することもない。

【0029】なお、上述のようなレンズホルダ15のトラッキング方向の移動は、光ディスク2の回転によるトラックの微小な変位に対物レンズ3を追従させるトラッキング動作であり、光ディスク2のトラック間を移動するシーク動作では、光学ヘッド装置12の全体がヘッド搬送機構（図示せず）によりトラッキング方向に搬送される。

【0030】また、本実施の形態の光学ヘッド装置12では、対物レンズ3と可動ミラー13とを有するレンズホルダ15をトラッキング方向とフォーカシング方向とに移動自在に支持することを例示したが、本発明は上記方式に限定されるものではなく、例えば、レンズホルダをトラッキング方向のみに移動自在に支持し、このレンズホルダに対物レンズをフォーカシング方向に移動自在に装着することも可能である。

【0031】さらに、本実施の形態の光学ヘッド装置12では、対物レンズ3が装着されるレンズホルダ15に可動ミラー13が一体に形成されているので、移動連動機構17の構造が単純で生産性向上や小型軽量化が容易であり、可動部分の質量を軽減して応答性を向上させることもできる。例えば、レンズホルダ15を金属により製作する場合、その一面を精密に研磨することにより可動ミラー13を形成することができる。しかし、本発明は上記方式に限定されるものではなく、可動偏向手段となる可動ミラーを一個の部品として形成し、これと対物レンズとを専用の移動連動機構で支持すること（図示せ

ず）等も可能である。

【0032】本発明の実施の第二の形態を図3ないし図5に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第二の形態の光学ヘッド装置18に関し、実施の第一の形態として上述した光学ヘッド装置12と同一の部分は、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0033】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置18では、図3及び図4に示すように、固定光学系5は光束をジッタ方向に出射するよう配置されており、その光軸上に第一可動偏向手段である第一可動ミラー19が配置されている。この第一可動ミラー19はジッタ方向とトラッキング方向とに対して45°傾斜しており、この第一可動ミラー19にトラッキング方向から対向する位置に、第二可動偏向手段である第二可動ミラー20が配置されている。

【0034】この第二可動ミラー20もジッタ方向とトラッキング方向とに対して45°傾斜しているので、これら第一・第二可動ミラー19、20は直角に対向しており、この第二可動ミラー20が固定ミラー4にジッタ方向から対向している。つまり、前記第一・第二可動ミラー19、20は、固定光学系5から入射する光束を二回の反射で固定ミラー4に向けて偏向するので、ここに光束を偶数回だけ偏向する可動偏向手段が形成されている。

【0035】また、図5に示すように、ヘッドベース（図示せず）にはフォーカシング方向に湾曲自在な一對の板バネ21が装着されており、これらの板バネ21の先端には、レンズホルダ22がフォーカシング方向に連通した一對のトーションバー23により回動自在に支持されている。前記板バネ21と前記レンズホルダ22とはジッタ方向に突出しているため、このレンズホルダ22の先端部に装着された対物レンズ3は、フォーカシング方向と平行に移動自在に支持されると共に、トラッキング方向と略平行に移動するよう回動自在に支持されている。

【0036】前記レンズホルダ22の上部には前記対物レンズ3が装着されており、前記レンズホルダ22の下部には前記第一・第二可動ミラー19、20が一体に形成されている。ここに前記第一・第二可動ミラー19、20を前記対物レンズ3と一体に移動させる移動連動機構24が形成されている。

【0037】本実施の形態の光学ヘッド装置18は、図3に示すように、前記レンズホルダ22の回動中心である軸Oと、前記第二可動ミラー20の光束が入射する位置であるQ点との、ジッタ方向の距離をA、軸Oと前記第一可動ミラー19の光束が入射する位置であるP点との、トラッキング方向の距離をB、軸Oと前記対物レンズ3の光軸中心とのジッタ方向の距離をR、とすると、 $R = 2A - B$

を満足するよう形成されている。なお、ここでは前記第



一・第二可動ミラー19, 20の各々がトラッキング方向とジッタ方向とに対して45°傾斜しているのを、回動中心の軸Oと前記第一・第二可動ミラー19, 20の交点Cとのジッタ方向の距離を $A'$ とすると $A' = A - B / 2$ となり、 $R = 2A'$ も成立している。

【0038】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置18では、固定光学系5からジッタ方向に出射される光束が、第一可動ミラー19によりトラッキング方向に偏向されてから第二可動ミラー20によりジッタ方向に偏向される。このジッタ方向の光束が、固定ミラー4によりフォーカシング方向に偏向され、対物レンズ3により収束されて光ディスク2のトラックに入射される。

【0039】そして、この光ディスク2によりフォーカシング方向に反射された光束が、対物レンズ3により収束され、固定ミラー4によりジッタ方向に偏向される。このジッタ方向の光束が、第二可動ミラー20によりトラッキング方向に偏向されてから第一可動ミラー19によりジッタ方向に偏向され、固定光学系5により読み取られる。

【0040】この固定光学系5の読取結果によりトラッキングエラーが検出されるので、このトラッキングエラーに対応してレンズホルダ22がトラッキング方向に回動されることにより、対物レンズ3が光ディスク2のトラックに追従されて記録情報が固定光学系5により読み取られる。

【0041】本実施の形態の光学ヘッド装置18では、上述のようにレンズホルダ22の回動により対物レンズ3をトラッキング方向に移動させるが、この対物レンズ3と共に第一・第二可動ミラー19, 20も一体に回動する。これら第一・第二可動ミラー19, 20は光束を二回の反射で偏向するので、レンズホルダ22が軸Oを中心に回動しても固定ミラー4に入射する光束の角度は変化しない。

【0042】つまり、レンズホルダ22が微小な角度 $\theta$ だけ回動すると、固定光学系5から第一・第二可動ミラー19, 20を介して対物レンズ3に入射する光束は、トラッキング方向に約 $2A'\theta$ だけ平行移動する。同時に、対物レンズ3は、トラッキング方向に約 $R\theta$ だけ移動するが、 $R = 2A'$ であるので、対物レンズ3は、変位した光軸上に位置することになる。つまり、固定光学系5から対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生せず、対物レンズ3から固定光学系5に入射する光束にも光軸ズレが発生しない。

【0043】このことを以下に詳述する。なお、ここでは固定光学系5の出射光が対物レンズ3に入射する過程を例示して説明するが、これは順番を逆転すれば光ディスク2の反射光が固定光学系5に入射する過程と同一である。

【0044】まず、第一・第二可動ミラー19, 20

は、初期状態ではトラッキング方向とジッタ方向とに対して各々45°傾斜している。そこで、図3に示すように、固定光学系5からジッタ方向に出射された光束が第一可動ミラー19のP点に入射されると、ここで反射された光束はトラッキング方向と平行に第二可動ミラー20のQ点に入射され、ここで反射された光束はジッタ方向と平行に固定ミラー4に入射される。

【0045】そして、軸Oを中心にレンズホルダ22が反時計方向に微小な角度 $\theta$ だけ回動すると、第一・第二可動ミラー19, 20は、微小な角度 $\theta$ だけ回動すると共にトラッキング方向とジッタ方向とに微小に移動する。第一・第二可動ミラー19, 20が固定光学系5に対してトラッキング方向に $\Delta y$ だけ平行移動すると、第一・第二可動ミラー19, 20により反射されて固定ミラー4に出射される光束はトラッキング方向に $2\Delta y$ だけ平行移動する。

【0046】一方、第一・第二可動ミラー19, 20が固定光学系5に対してジッタ方向に $\Delta x$ だけ平行移動しても、第一・第二可動ミラー19, 20により反射されて固定ミラー4に出射される光束は移動しない。また、第一・第二可動ミラー19, 20が交点cを中心に角度 $\theta$ だけ回動しても、第一・第二可動ミラー19, 20により反射されて固定ミラー4に出射される光束は移動しない。

【0047】つまり、レンズホルダ22が軸Oを中心に角度 $\theta$ だけ回動すると、対物レンズ3に入射する光束は $2\Delta y$ だけトラッキング方向に移動する。ここでは $2\Delta y = (2A - B)\theta = 2A'\theta$ なので、光束の移動の距離は $2A'\theta$ である。一方、図3に示すように、対物レンズ3の光軸中心は、角度 $\theta$ の回動により $R\theta$ だけトラッキング方向に移動するが、この移動の距離は $R\theta = 2A'\theta$ なので、これは光束の移動の距離と一致する。

【0048】すなわち、本実施の形態の光学ヘッド装置18では、トラッキング制御のためにレンズホルダ22が角度 $\theta$ だけ回動すると、対物レンズ3に入射する光束の光軸が $2A'\theta$ だけトラッキング方向に移動するが、この対物レンズ3も $2A'\theta$ だけトラッキング方向に移動するので、対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生しない。同様に、光ディスク2により反射されて対物レンズ3と第一・第二可動ミラー19, 20とを介して固定光学系5に帰還する光束にも光軸ズレが発生しない。

【0049】このため、本実施の形態の光学ヘッド装置18では、トラッキングエラーをプッシュプル方式で検出する場合でも、この検出信号にDCオフセットが発生することがないので、トラッキング制御を良好な精度で実行できる。さらに、レーザ光の強度分布に起因して光ディスク2に照射される光束の光量に変動することがなく、固定光学系5が検出する光束の強度も変動しないので、光ディスク2に対する情報の再生や記録を高精度に

実行することができる。

【0050】しかも、本実施の形態の光学ヘッド装置18では、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。さらに、対物レンズ3と第一・第二可動ミラー19、20とはレンズホルダ22に設けられて一体に移動するので、対物レンズ3が第一・第二可動ミラー19、20に対して共振することもない。

【0051】なお、本実施の形態の光学ヘッド装置18では、対物レンズ3と第一・第二可動ミラー19、20とを有するレンズホルダ22をトラッキング方向とフォーカシング方向とに移動自在に支持することを例示したが、本発明は上記方式に限定されるものではなく、例えば、レンズホルダをトラッキング方向のみに移動自在に支持し、このレンズホルダに対物レンズをフォーカシング方向に移動自在に装着することも可能である。

【0052】さらに、本実施の形態の光学ヘッド装置18でも、対物レンズ3が装着されるレンズホルダ22に第一・第二可動ミラー19、20が一体に形成されているので、移動連動機構24の構造が単純で生産性向上や小型軽量化が容易であり、可動部分の質量を軽減して応答性を向上させることもできる。例えば、レンズホルダ22を金属により製作する場合、これに内角が直角の凹部を精密に形成することにより第一・第二可動ミラー19、20を形成することができる。

【0053】なお、ここでは説明を簡略化するため、第一・第二可動ミラー19、20を直角に対向させてトラッキング方向とジッタ方向とに対して45° 各々傾斜させた構造を例示したが、本発明は上記方式に限定されるものではなく、可動偏向手段が光束を偶数回だけ偏向するならば対物レンズ3の光軸ズレを防止できる。例えば、図6に示すように、第一・第二可動ミラー19、20がトラッキング方向とジッタ方向とに対して最初から所定の角度に傾斜していても良く、図7に示すように、第一・第二可動ミラー19、20の内角が直角でなくとも良い。

【0054】図6に示すように、直角に対向する第一・第二可動ミラー19、20がトラッキング方向とジッタ方向とに対して所定の角度に傾斜している場合、第一可動ミラー19から第二可動ミラー20まで連通する光束の方向はトラッキング方向と平行でないが、 $R=2A'$  が成立するならば、レンズホルダ22が軸Oを中心に角度 $\theta$ だけ回転すると、対物レンズ3は $R\theta$ だけトラッキング方向に移動し、対物レンズ3に入射する光束は $2A'\theta$ だけトラッキング方向に移動するので、光軸ズレは発生しない。

【0055】なお、図7に示すように、第一・第二可動ミラー19、20の内角が直角でない場合、これに上述のような単純な条件を定義することは困難である。例え

ば、第一・第二可動ミラー19、20の内角が105°、第一可動ミラー19に入射する光束と第二可動ミラー20から出射される光束との延長線が回転中心の軸Oを通過し、その内角が30° の場合、 $R=1.527A$  の場合に光軸ズレは発生しない。

【0056】つまり、前述のように第一・第二可動ミラー19、20を直角に対向させれば、単純な構造で光軸ズレの発生を良好に防止することができ、第一・第二可動ミラー19、20の内角を調節すれば、対物レンズ3と固定光学系5とのレイアウトを変更することができるので、これらは製品の仕様等により選択することが好ましい。

【0057】また、ここでは対物レンズ3の光軸ズレを防止するために可動偏向手段である第一・第二可動ミラー19、20により光束を二回の反射で偏向することを例示したが、これは反射の回数が偶数なら良く、例えば、四回や六回でも可能である。つまり、二回の反射は必要にして十分な条件なので、上述した光学ヘッド装置18は、最良の構造で光軸ズレを防止している。

【0058】さらに、ここでは可動偏向手段を第一・第二可動ミラー19、20により形成したが、図8に示すように、これを一個の三角プリズム61により形成することも可能である。この場合、第一・第二可動偏向手段となる三角プリズム61の二つの反射面62、63の相対位置を正確に管理することができ、既存の部品を利用できるので、生産性を向上させることが可能である。このような三角プリズム61は、固定光学系5と光ディスク2との間を往復する光束の偏光面を90° 回転させることができるので、固定光学系5から四分の一波長板9を省略することができる。

【0059】つまり、図9に示すように、このような三角プリズム61の内部と外部との屈折率 $n_1$ 、 $n_2$ が $n_1 > n_2$ の場合、光束の角度 $\theta$ が臨界角 $\theta_c$  ( $\sin \theta_c = n_2 / n_1$ ) を超えると、その三角プリズム61の反射面62、63は光束を全反射する。このように反射される光束は、入射と反射との光路を含む平面での偏光成分と、これに直交する平面での偏光成分とに位相差が発生する。この位相差は三角プリズム61の物性により変化するが、屈折率1.55~1.56の光学ガラスにより作成した三角プリズム61が空気中に位置する場合、光束の角度 $\theta = 45^\circ$  で位相差は約45° となる。

【0060】つまり、三角プリズム61の二つの反射面62、63の反射により、固定光学系5から光ディスク2に出射される光束を直線偏光から円偏光に変換することができ、光ディスク2から固定光学系5に帰還する光束を円偏光から直線偏光に変換することができる。このように固定光学系5に帰還した直線偏光の光束は、固定光学系5から出射される直線偏光の光束に対して偏光面が90° 回転しているので、これは偏光ビームスプリッタ8により分離される。

【0061】つまり、三角プリズム61により光束を二回の反射で偏向すると共に、その偏光面を90°回転させることができるので、固定光学系5から四分の一波長板9を省略することができ、固定光学系5の部品数を削減して小型軽量化や生産性向上やコスト削減を実現することができる。

【0062】なお、上述のように三角プリズム61により光束の偏光面を良好に回転させるためには、直線偏光の光束の入射光軸と反射光軸とを含む平面内の偏光成分と、これに直交する平面内の偏光成分とが、等しい必要があるので、これを満足するように固定光学系5を光軸中心に45°回転させて配置する必要がある。また、ここでは偏光ビームスプリッタ8により光束を高効率に分離することを例示したが、このような光束の分離をハーフミラー等のビームスプリッタにより偏光とは無関係に実現することもできる。

【0063】つぎに、本発明の実施の第三の形態を図10ないし図13に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第三の形態の光学ヘッド装置25に関し、実施の第二の形態として上述した光学ヘッド装置18と同一の部分、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0064】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置25では、図10に示すように、固定光学系5にトラッキング方向から対向する位置に、可動偏向手段である平行プリズム26が配置されており、この平行プリズム26にトラッキング方向から対向する位置に、第一固定偏向手段である第一固定ミラー27が固定的に配置されており、この第一固定ミラー27が、第二固定偏向手段である第二固定ミラー4にジッタ方向から対向している。

【0065】前記平行プリズム26は、平面形状が平行四辺形でジッタ方向と平行に配置されているので、その両端に形成された第一可動偏向手段である第一反射面28と第二可動偏向手段である第二反射面29とは、光軸方向には45°に傾斜して相互には平行に対向している。このため、固定光学系5に前記第一反射面28がトラッキング方向から対向しており、前記第二反射面29に前記第一固定ミラー27がトラッキング方向から対向している。

【0066】図11に示すように、前記対物レンズ3と前記平行プリズム26とは、一個のレンズホルダ30に共通に装着されているので、ここに前記第一・第二反射面28、29を前記対物レンズ3と一体に移動させる移動連動機構31が形成されている。

【0067】本実施の形態の光学ヘッド装置25は、図10に示すように、前記レンズホルダ30の回転中心である軸Oと前記対物レンズ3の光軸中心とのジッタ方向の距離をR、前記平行プリズム26の前記第一・第二反射面28、29のジッタ方向の距離をTとすると、 $R=T$

を満足するよう形成されている。

【0068】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置25も、レンズホルダ30の回転により対物レンズ3をトラッキング方向に移動させるが、この対物レンズ3と共に平行プリズム26も一体に回転する。この時、レンズホルダ30が微小な角度 $\theta$ だけ回転すると、固定光学系5から平行プリズム26の第一・第二反射面28、29を介して対物レンズ3に入射する光束は、トラッキング方向に約 $T\theta$ だけ平行移動する。同時に、対物レンズ3は、トラッキング方向に約 $R\theta$ だけ移動するが、 $R=T$ であるので、対物レンズ3は変位した光軸上に位置することになる。つまり、固定光学系5から対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生せず、対物レンズ3から固定光学系5に入射する光束にも光軸ズレが発生しない。

【0069】このことを図12及び図13に基づいて以下に詳述する。まず、平行プリズム26の第一・第二反射面28、29は、初期状態ではトラッキング方向とジッタ方向とに対して各々45°に傾斜している。そこで、図12に示すように、固定光学系5からトラッキング方向に出射された光束が第一反射面28のP点に入射されると、ここで反射された光束はジッタ方向と平行に第二反射面29のQ点に入射され、ここで反射された光束はトラッキング方向と平行に第一固定ミラー27に入射される。

【0070】そして、軸Oを中心にレンズホルダ30が回転すると、平行プリズム26も回転して第一・第二反射面28、29の位置も移動する。しかし、平行プリズム26は、平行移動しても入射光と出射光との相対的な位置関係は変化しないので、軸Oを中心とした平行プリズム26の回転は、平行プリズム26が平行移動してP点を中心に回転したことと同一に考えることができる。つまり、平行プリズム26が軸Oを中心に微小な角度 $\theta$ だけ回転した場合、これは平行プリズム26がP点を中心に角度 $\theta$ だけ回転したことに等しい。

【0071】このように傾斜した第一反射面28のP点により反射された光束は、通常より角度 $2\theta$ 傾斜するため、この光束が第二反射面29に入射する位置 $Q''$ 点、図13に示すように、Q点から距離 $t_1$ だけトラッキング方向に移動している。この距離 $t_1$ は、 $t_1 = \langle PQ \rangle 2\theta = 2T\theta$ となる。この時、第二反射面29は、近似的にトラッキング方向に約 $T\theta$ だけ移動しているため、 $Q''$ 点はQ点から距離 $t_2$ だけジッタ方向に移動している。この距離 $t_2$ は、 $t_2 = t_1 - \langle QQ' \rangle = 2T\theta - T\theta = T\theta$ となる。

【0072】一方、対物レンズ3の光軸中心は、角度 $\theta$ の回転により $R\theta$ だけトラッキング方向に移動するが、この移動の距離は $R=T$ なので $T\theta$ である。

【0073】つまり、本実施の形態の光学ヘッド装置25では、トラッキング制御のためにレンズホルダ30が

角度 $\theta$ だけ回転すると、固定光学系5から平行プリズム26の第一・第二反射面28, 29を介して対物レンズ3に入射する光束の光軸が $T\theta$ だけトラッキング方向に移動するが、この対物レンズ3も $T\theta$ だけトラッキング方向に移動しているので、対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生しない。同様に、光ディスク2により反射されて対物レンズ3と平行プリズム26の第一・第二反射面28, 29とを介して固定光学系5に帰還する光束にも光軸ズレが発生しない。

【0074】このため、本実施の形態の光学ヘッド装置25では、トラッキングエラーをプッシュプル方式で検出する場合でも、この検出信号にDCオフセットが発生することがないので、トラッキング制御を良好な精度で実行できる。さらに、レーザ光の強度分布に起因して光ディスク2に照射される光束の光量が変動することがなく、固定光学系5が検出する光束の強度も変動しないので、光ディスク2に対する情報の再生や記録を高精度に実行することができる。

【0075】しかも、本実施の形態の光学ヘッド装置25では、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。さらに、対物レンズ3と平行プリズム26の第一・第二反射面28, 29とはレンズホルダ30に設けられて一体に移動するので、対物レンズ3が平行プリズム26の第一・第二反射面28, 29に対して共振することもない。

【0076】なお、本実施の形態の光学ヘッド装置25では、対物レンズ3のレンズホルダ30に別体の平行プリズム26を装着することで、その第一・第二反射面28, 29により第一・第二可動偏向手段を実現することを例示したが、本発明は上記方式に限定されるものではなく、例えば、レンズホルダ30に装着した一对の反射ミラーや、金属製のレンズホルダを研磨して形成した一对の反射面でも、第一・第二可動偏向手段を実現することが可能である。

【0077】また、本実施の形態では平行プリズム26の屈折を考慮していないので、実際に光学ヘッド装置25を製作する場合には、条件の修正が必要なこともあるが、平行プリズム26の回転により光軸が平行移動することに変わりはない。

【0078】なお、ここでは説明を簡略化するため、第一・第二反射面28, 29を平行に対向させてトラッキング方向とジッタ方向とに対して $45^\circ$ に各々傾斜させた構造を例示したが、本発明は上記方式に限定されるものではなく、可動偏向手段が光束を偶数回だけ偏向するならば対物レンズ3の光軸ズレを防止できる。例えば、第一・第二反射面28, 29が平行でなくとも良く、図14に示すように、第一・第二反射面28, 29がトラッキング方向とジッタ方向とに対して最初から所定の角度

$\delta$ に傾斜していても良い。

【0079】この場合、第一反射面28から第二反射面29まで連通する光束の方向はトラッキング方向と平行でないが、 $R = T \tan \delta$ が成立するならば、レンズホルダ30が軸Oを中心に回転しても対物レンズ3に光軸ズレが発生しない。これを図14ないし図16に基づいて以下に詳述する。

【0080】まず、レンズホルダ30の回転中心である軸Oと対物レンズ3の光軸中心とのジッタ方向の距離をR、第一・第二反射面28, 29の光路の実際の距離をt、そのジッタ方向の距離をTとする。そして、前述のようにレンズホルダ30の軸Oを中心とした微小な角度 $\theta$ の回転は、平行プリズム26がP点を中心に角度 $\theta$ だけ回転したことに等しい。

【0081】このように傾斜した第一反射面28のP点により反射された光束は、通常より角度 $2\theta$ 傾斜するため、この光束が第二反射面29に入射する位置Q'点は、図16に示すように、Q点から光軸と直交する方向に距離 $2t\theta$ だけ移動している。この時、第二反射面29は、近似的に約 $t\theta$ だけ移動しているので、これに対応してQ点はQ'点に移動している。

【0082】上述のようなQ点とQ'点とのジッタ方向の距離xが、対物レンズ3に入射する光束がトラッキング方向に移動する距離であり、これはQ点とQ'点とのジッタ方向の距離aと、Q'点とQ''点とのジッタ方向の距離bとの合計である。つまり、

$$a = t\theta \sin(2\delta - 90) = t\theta (\sin^2\delta - \cos^2\delta)$$

$$b = t\theta$$

$$x = a + b = 2t\theta \sin^2\delta$$

となる。ここで、

$$t = T / \cos(2\delta - 90) = T / 2 \sin \delta \cos \delta$$

なので、 $x = T\theta \tan \delta$ である。一方、対物レンズ3の光軸中心は、角度 $\theta$ の回転により $R\theta$ だけトラッキング方向に移動するが、この移動の距離は $R = T \tan \delta$ なので $T\theta \tan \delta$ である。

【0083】つまり、本実施の形態の光学ヘッド装置25では、トラッキング制御のためにレンズホルダ30が角度 $\theta$ だけ回転すると、固定光学系5から平行プリズム26の第一・第二反射面28, 29を介して対物レンズ3に入射する光束の光軸が $T\theta \tan \delta$ だけトラッキング方向に移動するが、この対物レンズ3も $T\theta \tan \delta$ だけトラッキング方向に移動しているので、対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生しない。

【0084】なお、第一・第二反射面28, 29が平行でない場合、これに上述のような単純な条件を設定することは困難である。つまり、第一・第二反射面28, 29を平行に対向させれば、単純な構造で光軸ズレの発生を良好に防止することができ、第一・第二反射面28, 29の内角を可変すれば、対物レンズ3と固定光学系5とのレイアウトを変更することができるので、これらは

製品の仕様等により選択することが好ましい。

【0085】また、ここでは対物レンズ3の光軸ズレを防止するために可動偏向手段である第一・第二反射面28, 29により光束を二回の反射で偏向することを例示したが、これは反射の回数が偶数なら良く、例えば、四回や六回でも可能である。これを図17及び図18に基づいて以下に説明する。

【0086】まず、平行プリズム26の内部で光束が反射される回数が $2n$ の場合、これは第一反射面28による $n$ 回の反射と第二反射面29による $n$ 回の反射とを意味する。第一・第二反射面28, 29のジッタ方向の距離が $t$ の場合、平行プリズム26が角度 $\theta$ だけ回転すると第一・第二反射面28, 29により一回ずつ反射される光束は $t\theta$ だけ平行移動する。この平行移動が平行プリズム26の内部で $n$ 回だけ繰り返されるので、最終的に出射される光束は $nt\theta$ だけ平行移動する。

【0087】ここで、平行プリズム26に入射する光束と出射される光束とのジッタ方向の距離 $T$ は $nt$ なので、平行プリズム26の角度 $\theta$ の回転による光束の移動の距離は $T\theta$ である。そして、対物レンズ3の移動の距離は $R\theta$ なので、前述のように $R=T$ ならば光軸ズレが発生しない。

【0088】つぎに、本発明の実施の第四の形態を図19ないし図22に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第四の形態の光学ヘッド装置32に関し、実施の第二の形態として前述した光学ヘッド装置18と同一の部分、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0089】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置32では、図19に示すように、固定光学系5のジッタ方向に、可動偏向手段である直方体プリズム33と固定ミラー4とが順番に配置されている。前記直方体プリズム33は、直方体状に形成されてジッタ方向と平行に配置されているので、その両端に形成された第一透過面34と第二透過面35とは、光軸方向には直交して相互には平行に対向している。なお、光束は固定光学系5と光ディスク2との間を往復するので、第一・第二透過面34, 35は光束の方向により入射面と出射面とに相互に入れ替わる。

【0090】図20に示すように、前記対物レンズ3と前記直方体プリズム33とは、一個のレンズホルダ36に共通に装着されているので、ここに前記第一・第二透過面34, 35を前記対物レンズ3と一体に移動させる移動連動機構37が形成されている。

【0091】本実施の形態の光学ヘッド装置32は、図21に示すように、前記レンズホルダ36の回転中心である軸Oと前記対物レンズ3の光軸中心とのジッタ方向の距離を $R$ 、前記直方体プリズム33の前記第一・第二透過面34, 35のジッタ方向の距離を $T$ 、前記直方体プリズム33の屈折率を $n$ とすると、

$$R = T(n-1)/n$$

を満足するように形成されている。なお、前記直方体プリズム33は、例えば、 $n=1.5$ のガラス等により形成される。

【0092】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置32も、レンズホルダ36の回転により対物レンズ3をトラッキング方向に移動させるが、この対物レンズ3と共に直方体プリズム33も一体に回転する。この時、レンズホルダ36が微小な角度 $\theta$ だけ回転すると、固定光学系5から直方体プリズム33の第一・第二透過面34, 35を介して対物レンズ3に入射する光束は、トラッキング方向に約 $T\theta(n-1)/n$ だけ平行移動する。同時に、対物レンズ3は、トラッキング方向に約 $R\theta$ だけ移動するが、 $R=T(n-1)/n$ であるので、対物レンズ3は変位した光軸上に位置することになる。つまり、固定光学系5から対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生せず、対物レンズ3から固定光学系5に入射する光束にも光軸ズレが発生しない。

【0093】このことを図21及び図22に基づいて以下に詳述する。まず、直方体プリズム33の第一・第二透過面34, 35は、初期状態ではジッタ方向に直交している。直方体プリズム33が軸Oを中心に回転すると第一・第二透過面34, 35の位置も移動するが、固定光学系5から出射された光束の光軸は直方体プリズム33の回転中心の軸Oを通過するので、この軸Oを中心とした微小な角度 $\theta$ の回転は、第一透過面34のP点を中心とした角度 $\theta$ の回転に等しい。

【0094】そこで、図21に示すように、直方体プリズム33が角度 $\theta$ に回転すると、固定光学系5からジッタ方向に出射される光束は、図22(b)に示すように、第一透過面34のP点に入射されて屈折される。この時、光束の屈折の角度 $w$ と角度 $\theta$ とは、 $n = \sin\theta / \sin w \Rightarrow \theta/w$ の関係にあるので、 $w \approx \theta/n$ である。光束は本来の光軸から角度 $w_2$ の方向に進行するので、この角度は $w_2 = \theta - w = \theta - \theta/n = \theta(n-1)/n$ である。

【0095】このように傾斜した第一透過面34のP点により屈折された角度 $w_2$ の光束は、図22(a)に示すように、同様に傾斜した第一透過面35から外部に出射されるが、その位置 $Q'$ 点は通常のQ点から距離 $t$ だけトラッキング方向に移動している。この距離 $t$ は、 $t \approx Tw_2 = T\theta(n-1)/n$ となる。

【0096】一方、対物レンズ3の光軸中心は、角度 $\theta$ の回転により $R\theta$ だけトラッキング方向に移動するが、この移動の距離は $R=T(n-1)/n$ なので $T\theta(n-1)/n$ である。

【0097】つまり、本実施の形態の光学ヘッド装置32では、トラッキング制御のためにレンズホルダ36が角度 $\theta$ だけ回転すると、固定光学系5から直方体プリズム33の第一・第二透過面34, 35を介して対物レン



ズ3に入射する光束の光軸が $T\theta(n-1)/n$ だけトラッキング方向に移動するが、この対物レンズ3も $T\theta(n-1)/n$ だけトラッキング方向に移動しているので、対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生しない。同様に、光ディスク2で屈折されて対物レンズ3と直方体プリズム33の第一・第二透過面34、35とを介して固定光学系5に帰還する光束にも光軸ズレが発生しない。

【0098】このため、本実施の形態の光学ヘッド装置32では、トラッキングエラーをプッシュプル方式で検出する場合でも、この検出信号にDCオフセットが発生することがないので、トラッキング制御を良好な精度で実行できる。さらに、レーザ光の強度分布に起因して光ディスク2に照射される光束の光量が変動することがなく、固定光学系5が検出する光束の強度も変動しないので、光ディスク2に対する情報の再生や記録を高精度に実行することができる。

【0099】しかも、本実施の形態の光学ヘッド装置32では、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。さらに、対物レンズ3と直方体プリズム33の第一・第二透過面34、35とはレンズホルダ36に設けられて一体に移動するので、対物レンズ3が直方体プリズム33の第一・第二透過面34、35に対して共振することもない。

【0100】つぎに、本発明の実施の第五の形態を図23及び図24に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第五の形態の光学ヘッド装置38に関し、実施の第二の形態として前述した光学ヘッド装置18と同一の部分は、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0101】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置38では、図23に示すように、固定光学系5にジッタ方向から対向する位置に、第一可動偏向手段である第一可動ミラー39が配置されており、この第一可動ミラー39にフォーカシング方向から対向する位置に、固定偏向手段である固定ミラー40が固定的に配置されている。この固定ミラー40にジッタ方向から対向する位置に、第二可動偏向手段である第二可動ミラー41が配置されており、この第二可動ミラー41にフォーカシング方向から対向する位置に対物レンズ3が配置されている。

【0102】図24に示すように、前記対物レンズ3と前記第一可動ミラー39と前記第二可動ミラー41とは、一個のレンズホルダ42に共通に装着されているので、ここに前記第一・第二可動ミラー39、41を前記対物レンズ3と一体に移動させる移動連動機構43が形成されている。

【0103】本実施の形態の光学ヘッド装置38は、前記レンズホルダ42の回動中心である軸Oと前記対物レ

ンズ3の光軸中心とのジッタ方向の距離をR、前記固定ミラー40と前記第一可動ミラー39とのフォーカシング方向の距離を $T_1$ 、前記第二可動ミラー41と前記固定ミラー40とのジッタ方向の距離を $T_2$ とすると、

$$R = T_1 + T_2$$

を満足するように形成されている。

【0104】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置38も、レンズホルダ42の回動により対物レンズ3をトラッキング方向に移動させるが、この対物レンズ3と共に第一・第二可動ミラー39、41も一体に回動する。この時、レンズホルダ42が微小な角度 $\theta$ だけ回動すると、固定光学系5から各ミラー39～41を介して対物レンズ3に入射する光束は、トラッキング方向に約 $(T_1 + T_2)\theta$ だけ平行移動する。同時に、対物レンズ3は、トラッキング方向に約 $R\theta$ だけ移動するが、 $R = T_1 + T_2$ であるので、対物レンズ3は変位した光軸上に位置することになる。つまり、固定光学系5から対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生せず、対物レンズ3から固定光学系5に入射する光束にも光軸ズレが発生しない。

【0105】このことを以下に詳述する。まず、対物レンズ3と共に第一・第二可動ミラー39、41が軸Oを中心に角度 $\theta$ まで回動すると、固定光学系5からジッタ方向に出射されて第一可動ミラー39により反射される光束は、フォーカシング方向から角度 $\theta$ だけトラッキング方向に傾斜して固定ミラー40に入射する。この固定ミラー40に光束が入射する位置は、通常的位置よりも $\theta T_1$ だけトラッキング方向に移動しており、この固定ミラー40により反射された光束も、ジッタ方向から角度 $\theta$ だけトラッキング方向に傾斜して第二可動ミラー41に入射する。

【0106】この時、第二可動ミラー41に光束が入射する位置は、固定ミラー40で光束が反射された位置よりも、 $\theta T_2$ だけトラッキング方向に移動している。つまり、第二可動ミラー41が光束を反射する位置は、通常的位置よりも $\theta T_1 + \theta T_2 = (T_1 + T_2)\theta$ だけトラッキング方向に移動しており、この位置で光束は第二可動ミラー41によりフォーカシング方向に反射される。

【0107】一方、対物レンズ3の光軸中心は、角度 $\theta$ の回動により $R\theta$ だけトラッキング方向に移動するが、この移動の距離は $R = T_1 + T_2$ なので $(T_1 + T_2)\theta$ である。

【0108】つまり、本実施の形態の光学ヘッド装置38では、トラッキング制御のためにレンズホルダ42が角度 $\theta$ だけ回動すると、固定光学系5から第一・第二可動ミラー39、41を介して対物レンズ3に入射する光束の光軸が $(T_1 + T_2)\theta$ だけトラッキング方向に移動するが、この対物レンズ3も $(T_1 + T_2)\theta$ だけトラッキング方向に移動しているので、対物レンズ3に入射する光束に光軸ズレが発生しない。同様に、光ディスク2によ

り反射されて対物レンズ3と第一・第二可動ミラー39, 41とを介して固定光学系5に帰還する光束にも光軸ズレが発生しない。

【0109】このため、本実施の形態の光学ヘッド装置38では、トラッキングエラーをプッシュプル方式で検出する場合でも、この検出信号にDCオフセットが発生することがないので、トラッキング制御を良好な精度で実行できる。さらに、レーザ光の強度分布に起因して光ディスク2に照射される光束の光量が変動することがなく、固定光学系5が検出する光束の強度も変動しないので、光ディスク2に対する情報の再生や記録を高精度に実行することができる。

【0110】しかも、本実施の形態の光学ヘッド装置38では、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。さらに、対物レンズ3と第一・第二可動ミラー39, 41とはレンズホルダ42に設けられて一体に移動するので、対物レンズ3が第一・第二可動ミラー39, 41に対して共振することもない。

【0111】つぎに、本発明の実施の第六の形態を図25に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第六の形態の光学ヘッド装置44に関し、実施の第一の形態として前述した光学ヘッド装置12と同一の部分は、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0112】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置44では、固定ミラー4とレンズ支持部14とがキャリッジ45に固定されており、このキャリッジ45はヘッド搬送機構46により装置本体(図示せず)に対してトラッキング方向に移動自在に支持されている。一方、固定光学系5は装置本体に固定されており、前記キャリッジ45と共に移動自在な可動ミラー13に対向している。

【0113】なお、前記ヘッド搬送機構46は、トラッキング方向と平行に配置されて装置本体に固定された一対のガイドレール47と、前記キャリッジ45に設けられて前記ガイドレール47上を滑走するホイール48とを有している。そして、その駆動源としてリニアモータ(図示せず)が設けられており、このリニアモータは固定子が装置本体に固定されて可動子が前記キャリッジ45に装着されている。

【0114】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置44では、光ディスク2の回転によるトラックの微少な変位に対物レンズ3を追従させるトラッキング動作は、キャリッジ45に対するレンズホルダ15の変位で実行し、光ディスク2のトラック間を移動するシーク動作は、装置本体に対するキャリッジ45の移動で実行する。そして、このキャリッジ45には固定光学系5が搭載されていないので、トラック間を移動するシーク動作で駆動する質量が軽減されており、この動作の高速化や省電力化が可能である。

【0115】なお、ここではヘッド搬送機構46の駆動源をリニアモータで形成することを例示したが、これをステッピングモータとラックアンドピニオン機構との組み合わせや、ステッピングモータと送りネジ機構との組み合わせなどで形成することも可能である。

【0116】つぎに、本発明の実施の第七の形態を図26に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第七の形態の光学ヘッド装置49に関し、前述した光学ヘッド装置18, 44と同一の部分は、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0117】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置49でも、ヘッド搬送機構46によりキャリッジ45がトラッキング方向に移動自在に支持されており、このキャリッジ45にレンズホルダ22と固定ミラー4とが搭載されている。さらに、前記キャリッジ45には、レンズホルダ22の第一可動ミラー19と対向する位置に反射ミラー50も固定されており、この反射ミラー50と対向する位置で固定光学系5が装置本体に固定されている。

【0118】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置49も、光ディスク2の回転によるトラックの微少な変位に対物レンズ3を追従させるトラッキング動作は、キャリッジ45に対するレンズホルダ22の変位で実行し、光ディスク2のトラック間を移動するシーク動作は、装置本体に対するキャリッジ45の移動で実行する。そして、このキャリッジ45には固定光学系5が搭載されていないので、トラック間を移動するシーク動作で駆動する質量が軽減されており、この動作の高速化や省電力化が可能である。

【0119】つぎに、本発明の実施の第八の形態を図27に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第八の形態の光学ヘッド装置51に関し、前述した光学ヘッド装置25, 44と同一の部分は、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0120】本実施の形態の光学ヘッド装置51でも、トラッキング方向に移動自在なキャリッジ45にレンズホルダ30と固定ミラー4とが搭載されており、平行ブリズム26の第一反射面28と対向する位置で固定光学系5が装置本体に固定されている。

【0121】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置51も、光ディスク2の回転によるトラックの微少な変位に対物レンズ3を追従させるトラッキング動作は、キャリッジ45に対するレンズホルダ22の変位で実行し、光ディスク2のトラック間を移動するシーク動作は、装置本体に対するキャリッジ45の移動で実行する。そして、このキャリッジ45には固定光学系5が搭載されていないので、トラック間を移動するシーク動作で駆動する質量が軽減されており、この動作の高速化や省電力化が可能である。

【0122】つぎに、本発明の実施の第九の形態を図28に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第九の



形態の光学ヘッド装置52に関し、前述した光学ヘッド装置32、44と同一の部分は、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0123】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置52でも、トラッキング方向に移動自在なキャリッジ45に反射ミラー53とレンズホルダ36と固定ミラー4とが搭載されており、前記反射ミラー53が直方体プリズム33の第一透過面34と固定光学系5とに45°で対向している。

【0124】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置52も、光ディスク2の回転によるトラックの微少な変位に対物レンズ3を追従させるトラッキング動作は、キャリッジ45に対するレンズホルダ22の変位で実行し、光ディスク2のトラック間を移動するシーク動作は、装置本体に対するキャリッジ45の移動で実行する。そして、このキャリッジ45には固定光学系5が搭載されていないので、トラック間を移動するシーク動作で駆動する質量が軽減されており、この動作の高速化や省電力化が可能である。

【0125】つぎに、本発明の実施の第十の形態を図29に基づいて以下に説明する。なお、この実施の第十の形態の光学ヘッド装置54に関し、前述した光学ヘッド装置38、44と同一の部分は、同一の名称及び符号を用いて詳細な説明は省略する。

【0126】まず、本実施の形態の光学ヘッド装置54でも、トラッキング方向に移動自在なキャリッジ45にレンズホルダ42と反射ミラー55とが搭載されており、この反射ミラー55が第一可動ミラー39と固定光学系5とに対向している。

【0127】このような構成において、本実施の形態の光学ヘッド装置54も、光ディスク2の回転によるトラックの微少な変位に対物レンズ3を追従させるトラッキング動作は、キャリッジ45に対するレンズホルダ22の変位で実行し、光ディスク2のトラック間を移動するシーク動作は、装置本体に対するキャリッジ45の移動で実行する。そして、このキャリッジ45には固定光学系5が搭載されていないので、トラック間を移動するシーク動作で駆動する質量が軽減されており、この動作の高速化や省電力化が可能である。

【0128】

【発明の効果】請求項1記載の発明は、固定光学系からトラッキング方向に入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する可動偏向手段を設け、この可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して対物レンズを介して光ディスクに入射させる固定偏向手段を設け、可動偏向手段を対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けたことにより、固定光学系から各偏向手段を介して対物レンズに入射する光束に光軸ズレが発生しないので、トラッキングエラーをプッシュプル方式でも良好に検出するこ

とができ、レーザ光の強度分布に起因した強度変動も防止することができ、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。

【0129】請求項2記載の発明は、固定光学系から入射する光束を偶数回だけ偏向する可動偏向手段を設け、この可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して対物レンズを介して光ディスクに入射させる固定偏向手段を設け、可動偏向手段を対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けたことにより、固定光学系から各偏向手段を介して対物レンズに入射する光束に光軸ズレが発生しないので、トラッキングエラーをプッシュプル方式でも良好に検出することができ、レーザ光の強度分布に起因した強度変動も防止することができ、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。

【0130】請求項3記載の発明は、固定光学系からフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に入射する光束をトラッキング方向に偏向する第一可動偏向手段を設け、この第一可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する第二可動偏向手段を設け、この第二可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して対物レンズを介して光ディスクに入射させる固定偏向手段を設け、第一可動偏向手段と第二可動偏向手段とを対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けたことにより、固定光学系から各偏向手段を介して対物レンズに入射する光束に光軸ズレが発生しないので、トラッキングエラーをプッシュプル方式でも良好に検出することができ、レーザ光の強度分布に起因した強度変動も防止することができ、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。

【0131】請求項4記載の発明は、固定光学系からトラッキング方向に入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する第一可動偏向手段を設け、この第一可動偏向手段から入射する光束をトラッキング方向に偏向する第二可動偏向手段を設け、この第二可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する第一固定偏向手段を設け、この第一固定偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して対物レンズを介して光ディスクに入射させる第二固定偏向手段を設け、第一可動偏向手段と第二可動偏向手段とを対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けたことにより、固定光学系から各偏向手段を介して対物レンズに入射する光束に光軸ズレが発生しないので、トラッキン

グエラーをプッシュプル方式でも良好に検出することができ、レーザ光の強度分布に起因した強度変動も防止することができ、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。

【0132】請求項5記載の発明は、固定光学系からフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に入射する光束を平行な複数の透過面に順次透過させる可動偏向手段を設け、この可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して対物レンズを介して光ディスクに入射させる固定偏向手段を設け、可動偏向手段を対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けたことにより、固定光学系から各偏向手段を介して対物レンズに入射する光束に光軸ズレが発生しないので、トラッキングエラーをプッシュプル方式でも良好に検出することができ、レーザ光の強度分布に起因した強度変動も防止することができ、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。

【0133】請求項6記載の発明は、固定光学系からフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に入射する光束をフォーカシング方向に偏向する第一可動偏向手段を設け、この第一可動偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向とトラッキング方向とに直交する方向に偏向する固定偏向手段を設け、この固定偏向手段から入射する光束をフォーカシング方向に偏向して対物レンズを介して光ディスクに入射させる第二可動偏向手段を設け、第一可動偏向手段と第二可動偏向手段とを対物レンズと一体に移動させる移動連動機構を設けたことにより、固定光学系から各偏向手段を介して対物レンズに入射する光束に光軸ズレが発生しないので、トラッキングエラーをプッシュプル方式でも良好に検出することができ、レーザ光の強度分布に起因した強度変動も防止することができ、光束の光軸ズレを防止するために、多数の光学素子をフォーカシング方向に配列する必要がないので、フォーカシング方向に装置を小型化することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第一の形態の光学ヘッド装置の各種部品の配列を示す分解斜視図である。

【図2】光学ヘッド装置を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施の第二の形態の光学ヘッド装置を示す平面図である。

【図4】光学ヘッド装置を示す側面図である。

【図5】光学ヘッド装置を示す斜視図である。

【図6】第一の変形例を示す平面図である。

【図7】第二の変形例を示す平面図である。

【図8】第三の変形例を示す平面図である。

【図9】第一可動偏向手段である第一反射面を示す平面図である。

【図10】本発明の実施の第三の形態の光学ヘッド装置を示す平面図である。

【図11】光学ヘッド装置を示す側面図である。

【図12】平行プリズムを示す平面図である。

【図13】第二可動偏向手段である第二反射面を示す平面図である。

【図14】第一の変形例を示す平面図である。

10 【図15】第一・第二可動偏向手段である第一・第二反射面を示す平面図である。

【図16】第二反射面を示す平面図である。

【図17】第二の変形例を示す平面図である。

【図18】可動偏向手段である平行プリズムを示す平面図である。

【図19】本発明の実施の第四の形態の光学ヘッド装置を示す平面図である。

【図20】光学ヘッド装置を示す側面図である。

20 【図21】可動偏向手段である直方体プリズムを示す平面図である。

【図22】(a)は第一透過面を示す平面図、(b)は第二透過面を示す平面図である。

【図23】本発明の実施の第五の形態の光学ヘッド装置の各種部品の配列を示す分解斜視図である。

【図24】光学ヘッド装置を示す側面図である。

【図25】本発明の実施の第六の形態の光学ヘッド装置を示す平面図である。

【図26】本発明の実施の第七の形態の光学ヘッド装置を示す平面図である。

30 【図27】本発明の実施の第八の形態の光学ヘッド装置を示す平面図である。

【図28】本発明の実施の第九の形態の光学ヘッド装置を示す平面図である。

【図29】本発明の実施の第十の形態の光学ヘッド装置を示す平面図である。

【図30】一従来例の光学ヘッド装置の各種部品の配列を示す側面図である。

【図31】光束の強度分布を示す模式図である。

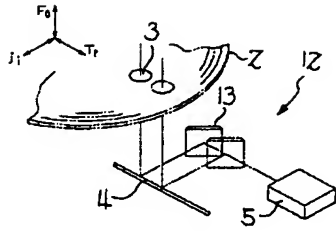
#### 【符号の説明】

- |    |  |                 |
|----|--|-----------------|
| 40 | 2                                      | 光ディスク           |
|    | 3                                      | 対物レンズ           |
|    | 4                                      | 固定偏向手段、第二固定偏向手段 |
|    | 5                                      | 固定光学系           |
|    | 12, 18, 25, 32, 38, 44, 49, 51, 52, 54 | 光学ヘッド装置         |
|    | 13, 26, 33, 61                         | 可動偏向手段          |
|    | 19, 28, 39, 62                         | 第一可動偏向手段        |
|    | 20, 29, 41, 63                         | 第二可動偏向手段        |
|    | 17, 24, 31, 37, 43                     | 移動連動機構          |
| 50 | 27                                     | 第一固定偏向手段        |

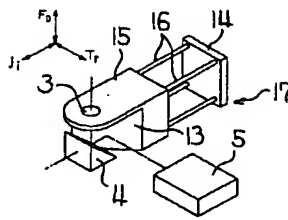
34, 35 透過面

40 固定偏向手段

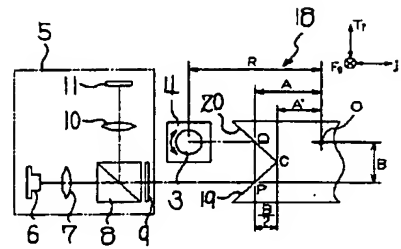
【図1】



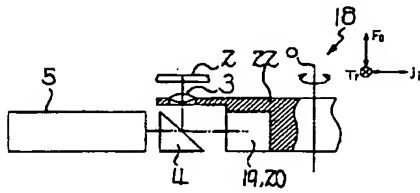
【図2】



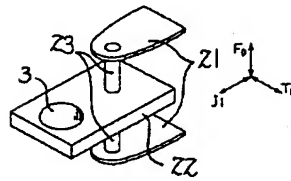
【図3】



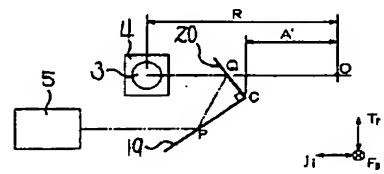
【図4】



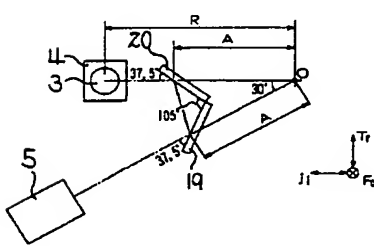
【図5】



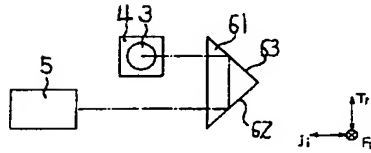
【図6】



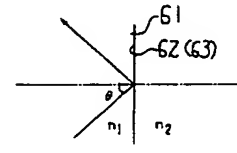
【図7】



【図8】

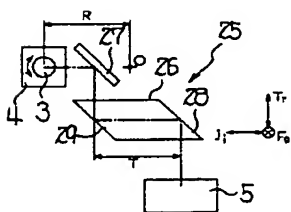


【図9】

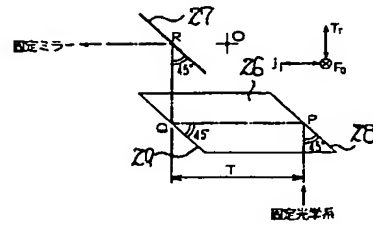
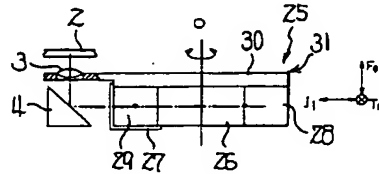


【図12】

【図10】

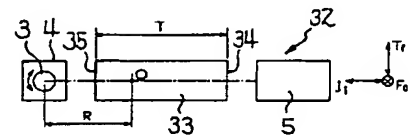
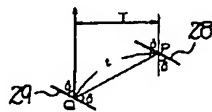


【図11】

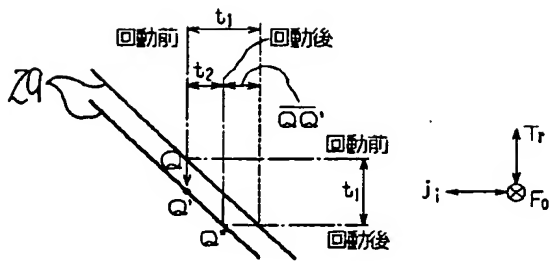


【図19】

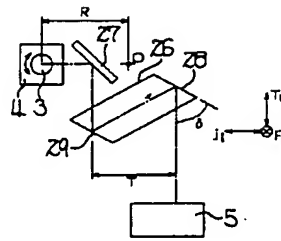
【図15】



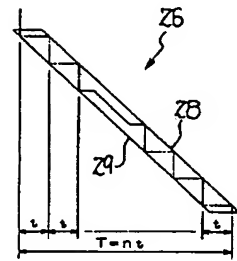
【図13】



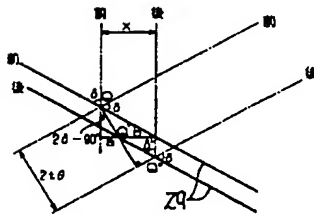
【図14】



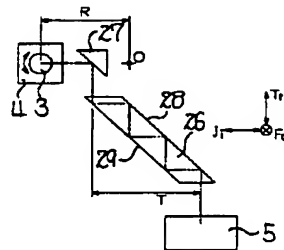
【図18】



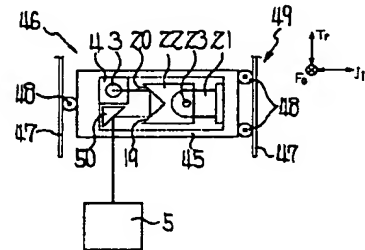
【図16】



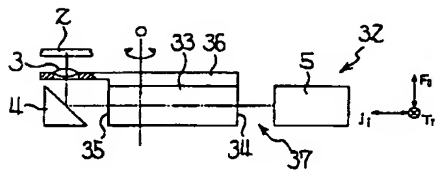
【図17】



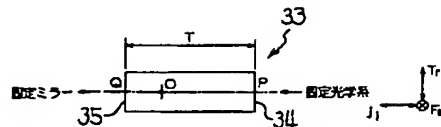
【図26】



【図20】

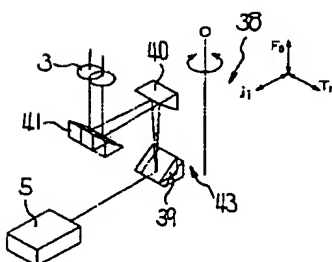


【図21】

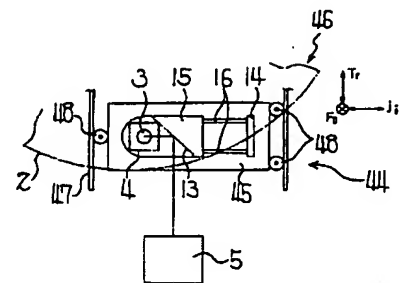
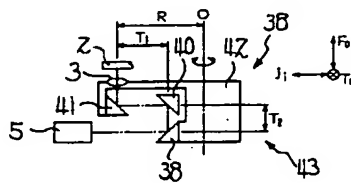


【図25】

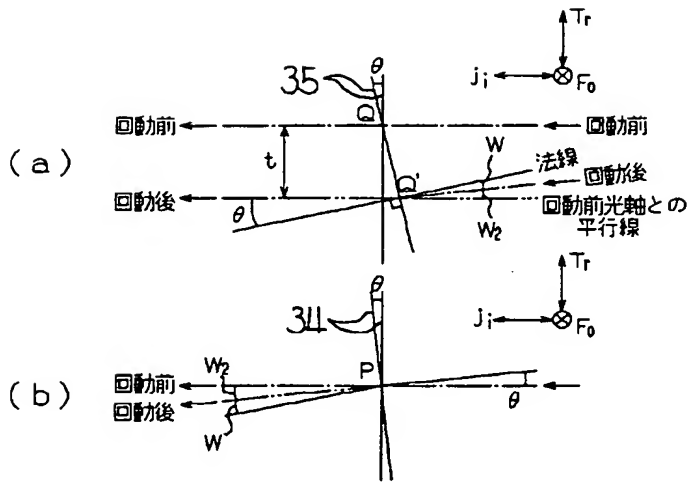
【図23】



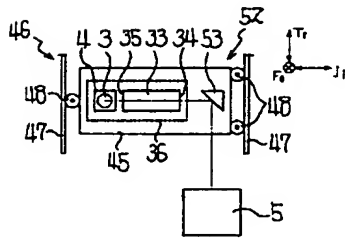
【図24】



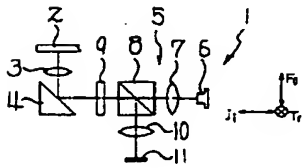
【図22】



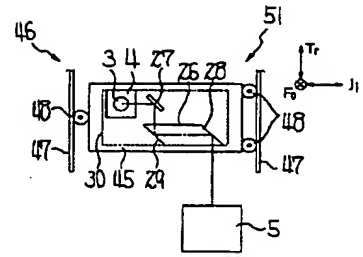
【図28】



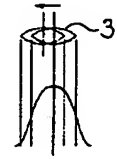
【図30】



【図27】



【図31】



【図29】

